

Zum Blutalkoholnachweis In länger gelagerten Blutproben

Vorgelegt

von

Gerhard Petz

aus

Geislingen/Steige



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546221_0025

Aus dem Institut für Rechtsmedizin der Universität
Erlangen - Nürnberg

Direktor: Prof. Dr. H.-B. Wuermeling

ZUM BLUTALKOHOLNACHWEIS

IN LÄNGER GELAGERTEN BLUTPROBEN

In a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur Erlangung der Doktorwürde

dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Gerhard Petz

aus

Geislingen / Steige

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin der
Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer
Referent: Prof. Dr. L. Lautenbach
Korreferent: Prof. Dr. H.-B. Wuermeling

Tag der mündlichen Prüfung: 12. Januar 1976

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. EINLEITUNG	3
II. METHODIK	8
1. <u>Probenmaterial</u>	8
2. <u>Untersuchungsverfahren</u>	8
a) Blutalkoholbestimmung	8
b) Gaschromatographische Analysen	8
c) Wassergehaltsbestimmung	9
III. ERGEBNISSE	10
1. <u>Vergleich des ersten Blutalkoholbefundes mit dem Zweitbefund</u>	10
a) Zweitbefund unkorrigiert	10
b) Zweitbefund korrigiert nach KRAULAND, VIDIC und FREUDENBERG	12
c) Zweitbefund korrigiert unter Berücksichtigung des Wassergehaltes der Blutproben zur Zeit der Nachuntersuchung	13
2. <u>Gaschromatographischer Nachweis flüchtiger Begleitstoffe in den Blutproben bei der Nachuntersuchung</u>	15

	Seite
a) Qualitative Untersuchungsergebnisse	15
b) Quantitative Untersuchungsergebnisse	15
α) Acetaldehyd	15
β) Aceton	16
γ) Fäulnisalkohole	17
IV. DISKUSSION	28
V. ZUSAMMENFASSUNG	38
VI. LITERATURVERZEICHNIS	41

I. EINLEITUNG

In der forensischen Praxis, insbesondere bei Verkehrsstraftaten, ist es unerläßlich, daß der Alkoholgehalt einer Blutprobe auch nach längerer Zeit noch überprüft werden kann, weil Zweifel am Ergebnis der Erstbestimmung meist erst Monate später in foro auftauchen. Deshalb wurde der Beweiswert einer Blutalkoholnachbestimmung in den letzten Jahren wiederholt diskutiert (KRAULAND, VIDIC und FREUDENBERG, STEIGLEDER, GEHM und SCHMID, SCHWERD, BRETTEL und IFFLAND). Diese Autoren beobachteten fast ausnahmslos Verminderungen der Blutalkoholkonzentration während der Lagerungszeit und nur selten erhöhte Werte.

KRAULAND, VIDIC und FREUDENBERG (1960) führten das Absinken des Blutalkoholgehaltes auf scheinbare Verluste infolge Nichtberücksichtigung der Hämolyse im Analysengang zurück. Sie untersuchten 534 Proben nach verschieden langer Zeit und leiteten aus den Blutalkoholresultaten der Erst- und Zweitbestimmung folgende Formel ab:

$$X = 0,01402 P^{0,8} T^{0,4}$$

(X = Veränderung des Blutalkoholgehaltes in Promille,

P = Ausgangswert in Promille und T = Zwischenzeit in

Tagen) mit deren Hilfe es ihnen gelang, die durchschnitt-

liche Änderung des Blutalkoholgehaltes in Abhängigkeit von der zwischen den beiden Untersuchungen verflossenen Zeit anzugeben. Darüber hinaus ermittelten sie neue Faktoren für die Umrechnung von Serum- auf Vollblutalkoholgehalt, um die Zunahme des spezifischen Gewichtes des Serums während der Lagerzeit auszugleichen. Aus ihren Studien folgerten sie, daß bei der Lagerung im Kühlschrank Alkoholverluste durch Verdampfung bzw. durch bakterielle Einflüsse nicht in Betracht kämen, sondern daß die statistisch resultierende allmähliche Abnahme der Blutalkoholkonzentration vielmehr nur ein scheinbares Absinken darstelle, das durch die Benutzung gleicher Umrechnungsfaktoren bedingt sei. In einer weiteren Veröffentlichung (1973) machten sie auf die Möglichkeit aufmerksam, die bei der Nachuntersuchung gefundene Blutalkoholkonzentration mit Hilfe der Wassergehaltsbestimmung nach BRETTEL auf den ursprünglichen Wert zurückzuführen. Nach BRETTEL (1972) sind Wassergehaltsbestimmungen bei Nachuntersuchungen einerseits nützlich, um den Quotienten aus dem Wassergehalt des Serums und dem des Vollblutes als Indikator für die Alkoholverteilung in diesen Blutphasen zu ermitteln, andererseits lassen sie das Ausmaß der Wasserverschiebungen erkennen, die den scheinbaren Alkoholverlusten in länger gelagertem Untersuchungsmaterial zugrundeliegen.

Schon 1961 stellte STEIGLEDER beim Vergleich der Blutalkoholkonzentration von Blutkuchen und Vollblut frischer Proben mit denen gelagerten Proben Zusammenhänge zwischen Veränderungen der Alkoholkonzentration und Verschiebungen des Flüssigkeitsgehaltes, vor allem der Flüssigkeitsdichte im Blutkuchen, fest. Aus seinen Untersuchungsergebnissen zog er folgende Schlußfolgerungen:

1. Der "Flüssigkeitsgehalt" des Blutkuchens einer länger gelagerten Blutprobe ist signifikant höher als der einer frischen Probe.
2. Die über dem Blutkuchen stehende Flüssigkeit einer alten Probe verhält sich bezüglich der Alkoholbestimmung wie Vollblut einer frischen Blutprobe.
3. In einer länger gelagerten Blutprobe ist im Gegensatz zu einer frischen Probe eine signifikante Verschiebung der Relation von Alkoholgehalt des Blutkuchens zum Alkoholgehalt des Vollblutes bzw. der überstehenden Flüssigkeit nachweisbar.
4. Bei der Untersuchung alter Blutproben in der forensischen Praxis sollte stets neben der überstehenden Flüssigkeit auch der Blutkuchen auf seinen Alkoholgehalt untersucht werden, da sich aus dem Verhältnis dieser beiden Werte eine Möglichkeit ergibt, den Alkoholgehalt der überstehenden Flüssigkeit zu bestimmen.

sigkeit einer länger gelagerten Blutprobe mit dem des Vollblutes einer frischen Probe gleichzusetzen bzw. auf den tatsächlichen Wert zu korrigieren.

Im Gegensatz zu den bisher zitierten Autoren äußerten GEHM und SCHMID (1962), daß sich Diskrepanzen zwischen Erst- und Nachuntersuchungen auch als Folge primärer oder sekundärer mikrobieller Verunreinigungen, u.a. durch Myceten erklären lassen.

Von SCHWERD (1967) wurden 420 unausgewählte Blutproben nach einer Liegezeit von 11 bis 29 Monaten auf bakterielle Besiedlung überprüft. In 90 Proben, d.h. in nur 21,4 % der Fälle, war der mikrobielle Nachweis positiv. Da sich jedoch auch in nicht infizierten Blutproben zum Teil erheblich verminderte Blutalkohlwerte ergaben, nahm der Autor an, daß außer scheinbaren Alkoholverlusten, die nach KRAULAND durch Zunahme des spezifischen Gewichtes vorgetäuscht sind, auch echter Alkoholschwund vorkommt, für den fermentative Prozesse verantwortlich sind. Auf Grund weiterer Untersuchungen wiesen SCHWERD und Mitarbeiter 1972 schließlich im Falle hoher Alkoholverluste in keimfreien Blutproben auf die Bedeutung temporär wirksamer, zur Zeit der Untersuchung aber abgestorbener und damit nicht mehr nachweisbarer Bakterien hin.

Den Einfluß der Probenmenge auf das Nachuntersuchungsergebnis überprüfte IFFLAND (1974), indem er 2514 Blutproben nach einer Lagerungszeit zwischen drei Monaten und drei Jahren nochmals analysierte. Dabei stellte er fest:

1. Venülen mit einer Füllung unter 4,0 ml Blut zeigen bei der Nachuntersuchung ein signifikant unterschiedliches Verhalten gegenüber besser gefüllten Venülen.
2. In Venülen mit mehr als 4,0 ml Blut ist die Abnahme der Äthanolkonzentration unabhängig vom Konzentrationsbereich.
3. Mit längerer Lagerungszeit erhöht sich die Abnahme der Äthanolkonzentration.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, durch weitere Vergleichsuntersuchungen zur Aufklärung der Einflüsse, welche den Alkoholspiegel in länger gelagerten Blutproben verändern können, beizutragen und den Beweiswert von Korrekturen des Zweitbefundes zur Bestimmung der ursprünglichen Blutalkoholkonzentration zu ermitteln.

Ferner soll überprüft werden, inwieweit sich aus gaschromatographischen Untersuchungsbefunden zusätzliche Informationen über Art und Ausmaß von Veränderungen des Alkoholgehaltes während der Lagerungszeit ergeben.

II. METHODIK

1. Probenmaterial

Zwischen März 1971 und Dezember 1973 wurde der Alkoholgehalt von 260 Blutproben aus dem Untersuchungsgut des Institutes nachuntersucht. Es handelte sich um nicht ausgewähltes Material. Nur Leichenblut blieb unberücksichtigt. Die Blutalkoholkonzentration der Erstbestimmung bewegte sich zwischen 0,4 ‰ und 3,8 ‰. Die zur Entnahme und Aufbewahrung der Blutproben verwendeten Venülen besaßen ein Fassungsvermögen von 8 ml und waren zur Zeit der Nachuntersuchung durchschnittlich noch zur Hälfte gefüllt. Sie wurden bei Kühlschranktemperatur von 4° C aufbewahrt; Variationsbreite der Lagerungszeit 35 bis 503 Tage.

2. Untersuchungsverfahren

- a) Die Bestimmung der Blutalkoholkonzentration erfolgte nach dem Widmark-Verfahren und der ADH-(Ferment)Methode nach den Richtlinien des Bundesgesundheitsamtes (LUNDT und JAHN, siehe auch GRÜNER). Den Berechnungen wurde der Mittelwert aus drei Einzelbestimmungen nach dem Widmark-Verfahren und aus zwei Ansätzen nach der ADH-Methode zugrundegelegt.
- b) Zusätzlich führten wir im Rahmen der Nachuntersuchung gaschromatographische Analysen nach dem "head-

space"-Verfahren in Anlehnung an die von MACHATA angegebene Methodik durch. Dabei verzichteten wir jedoch auf die Zugabe eines inneren Standards, z.B. von tert.-Butanol, um alle flüchtigen Komponenten in den Proben sicher erfassen zu können. Die Auftrennung der bei 60° C für 30 Minuten im Brutschrank vorbereiteten Probenansätze von 0,5 ml Blut geschah im Fraktometer F 20 von "Perkin-Elmer" an einer gepackten 2m K-Säule (Polyäthylenglykol 1500, Belegung 15 Gew.% auf Celite 545 60/100 mesh) im Stickstoffstrom (35 ml/min) bei isothermer Ofentemperatur von 80° C. Zur Anzeige und Registrierung dienten ein Flammenionisationsdetektor und ein 2,5 mV Kompensationsschreiber. Die quantitative Auswertung der Chromatogramme erfolgte durch Vergleich mit entsprechenden Eichkurven.

- c) Von 120 Blutproben ermittelten wir außerdem den Wassergehalt nach BRETTEL, wobei uns das Trockengewichtsverfahren als Methode der Wahl erschien. Vom Prinzip des Widmark-Verfahrens ausgehend, wird das Untersuchungsmaterial in die von WEYRICH eingeführten Stanniolnäpfchen pipettiert und im Exsikkator über konzentrierter Bichromatschwefelsäure bis zur Gewichtskonstanz durch ca. 24-stündige Inkubation bei 60° C getrocknet. Der Wassergehalt ergibt sich aus folgender Berechnung:

$$X = 100 \left(1 - \frac{\text{Trockengewicht}}{\text{Einwaage}} \right)$$

III. ERGEBNISSE

1. Vergleich des ersten Blutalkoholbefundes mit dem Zweitbefund

a) Zweitbefund unkorrigiert

193 der untersuchten Blutproben lagerten in einem Zeitraum zwischen 50 und 349 Tagen. Bei 150 der nach WIDMARK und nach der Fermentmethode ermittelten Zweitbefunden war eine Abnahme, bei 43 eine Zunahme der Blutalkoholkonzentration festzustellen. Die prozentuale Differenz aus Zweitwert und Erstwert zum Erstwert variierte bei den Blutproben, die eine Abnahme der Blutalkoholkonzentration zu verzeichnen hatten, von 0 - 60 % und bei denen, die Abweichungen zur positiven Seite hin zeigten, von 0 - 14,37 %. Aus der Zusammenfassung der Werte in Klassenbreiten von jeweils 50 Tagen war in der Mehrzahl der Fälle eine Abnahme des Blutalkoholgehaltes in Abhängigkeit von der Zeit zu erkennen (siehe Tab. 1). Darüber hinaus vergrößerte sich die Variationsbreite allmählich mit der Zunahme der Lagerungszeit. Extremwerte traten vorwiegend in den Zeitklassen 200 - 249 Tage und 250 - 299 Tage auf. Die Darstellung des prozentualen Unterschiedes des Zweitbefundes zum Erstbefund ergab keine Normalverteilung. Aus diesem Grunde eignet sich das arithmetische Mittel nicht zur Charak-

terisierung des Stichprobenumfangs. Wir errechneten deshalb den Medianwert, weil er von Extremwerten unbeeinflusst bleibt.

Klasse (Tage)	Klassen- mitte (Tage)	Häufigkeit	Median- wert %	Extremwerte	
				negativ	% positiv
50-99	75	33	- 2,467	-19,638	+11,385
100-149	125	36	- 5,950	-17,313	+11,770
150-199	175	40	- 5,135	-20,995	+ 8,293
200-249	225	30	- 6,334	-37,984	+ 3,558
250-299	275	27	- 5,288	-60,000	+ 8,280
300-349	325	27	-10,191	-27,561	+14,347

N = 139

Tabelle 1: Prozentuale Abweichung des Alkoholgehaltes in gelagerten Blutproben vom Erstbefund. Klassenbreite 50 Tage. Angabe der Median- und Extremwerte.

b) Zweitbefund korrigiert nach KRAULAND, VIDIC und
FREUDENBERG

Aus dem Erstwert und der Lagerungszeit ermittelten wir in 193 Fällen nach der von KRAULAND und Mitarbeitern (1960) angegebenen Formel den Erwartungsmittelwert oder korrigierten Zweitbefund, der sich aus der Differenz Erstwert und der zu erwartenden Abnahme ergab. Die errechnete prozentuale Abweichung des korrigierten Zweitbefundes zum Erstbefund zeigte in Abhängigkeit von der Lagerungszeit (Klassenbreite 50 Tage) keinen signifikanten Unterschied, so daß schließlich eine graphische Darstellung sämtlicher Werte in einem Schaubild angezeigt erschien (Abb.1). Dabei ergaben sich 136 überkorrigierte, d.h. zu hohe Resultate und 57 zu niedrige Werte. Die größte positive Differenz zum Erstwert betrug 26,606 % (Erstwert 1,86 %, Zweitbefund nach 309 Tagen 2,13 %, Erwartungswert 1,63 %), der niedrigste Wert wich um 49,115 % vom Erstbefund ab (Erstwert 2,26 %, Zweitbefund nach 253 Tagen 0,90 %, Erwartungswert 2,01 %).

Auch hierbei handelte es sich nicht um eine Normalverteilung, so daß der Mittelwert bei 2,815 %, der Medianwert aber bei 3,806 % lag.

c) Zweitbefund korrigiert unter Berücksichtigung des Wassergehaltes der Blutproben zur Zeit der Nachuntersuchung

Bei 120 Blutproben wurden außer den oben genannten Verfahren Wassergehaltsbestimmungen durchgeführt. Der Mittelwert jeder Probe resultierte aus drei Einzelbestimmungen. Vorversuche hatten eine Standardabweichung von $\pm 0,02$ Gew.% ergeben. Die Werte der Wassergehaltsbestimmungen variierten zwischen 72 % und 82 %. Nimmt man nach GRÜNER (1957) einen mittleren Wassergehalt des Vollblutes von 76 % an, so läßt sich aus dem Wassergehalt der gelagerten Blutprobe (W) und dem Alkoholnachuntersuchungsergebnis X_2 der korrigierte Zweitwert $X_2 \text{ k } 76$ wie folgt errechnen:

$$X_2 \text{ k } 76 = \frac{76 \cdot X_2}{W}$$

Wie unter b) beschrieben, wurde auch für diese Untersuchungsgruppe die jeweilige prozentuale Abweichung der Differenz des korrigierten Zweitbefundes $X_2 \text{ k } 76$ zum Erstwert berechnet und nach Häufigkeit aufgeteilt (Abb. 2). 18 Werte waren positiv und 102 Werte negativ. Die größte Abweichung betrug + 7,765 %, die kleinste - 22,722 %. Der Mittelwert lag bei - 6,708 %, der Medianwert bei - 6,523 %. Die statistische Auswertung

ergab nunmehr keinen signifikanten Unterschied mehr zur Normalverteilung. Deshalb waren Mittel- und Medianwert annähernd gleich. Wie aus Abbildung 2 besonders deutlich hervorgeht, bewegte sich der Mittelwert allerdings noch zu weit im negativen Bereich. Ein angenommener Normalwassergehalt von 80 % führte zu besseren Ergebnissen (Abb. 3). 45 Werte waren positiv, 75 Werte negativ. Als Extremwerte resultierten + 13,447 % und - 18,633 %. Das arithmetische Mittel betrug - 1,505 %, der Medianwert - 1,605 %. Das beste Ergebnis erzielten wir schließlich mit einem angenommenen Normalwassergehalt von 81,25 %. Die graphische Darstellung der korrigierten Werte zeigt Abbildung 4. 64 positiven Werten standen gleich viele negative Werte gegenüber bei einem Mittelwert von 0,1296 %, einem Medianwert von - 0,033 %, einer Standardabweichung von $\pm 6,885$ % und einer Variationsbreite zwischen + 15,219 % und - 17,361 %.

2. Gaschromatographischer Nachweis flüchtiger Begleitstoffe in den Blutproben bei der Nachuntersuchung

a) Qualitative Untersuchungsergebnisse

Folgende flüchtigen Stoffe wurden bei den Untersuchungen regelmäßig nachgewiesen:

Aceton
Acetaldehyd
n-Propanol

In vielen Proben kamen ohne ersichtliche Korrelation zur Aufbewahrungszeit außerdem sec-Butanol, iso-Butanol und n-Butanol vor. iso-Amylalkohol fand sich nur in 5 Proben. Sporadisch traten ferner noch vier Spurenfaktionen in Erscheinung, deren Identität sich bisher nicht aufklären ließ.

b) Quantitative Untersuchungsergebnisse

α) Acetaldehyd

Eine Beziehung zwischen der Höhe der Blutalkoholkonzentration und dem Acetaldehydgehalt ergab sich weder absolut noch im Hinblick auf die Lagerungszeit. Der Acetaldehydanteil bewegte sich zwischen 0,4 und 11,2 mg%. Prozentual waren die Werte, so wie in Tabelle 2 aufgeschlüsselt, verteilt.

Acetaldehyd- gehalt (mg%)	Prozentuale Häufigkeit
0 - 0,50	0,52
0,51 - 1,00	29,84
1,01 - 1,50	24,08
1,51 - 2,00	21,46
2,01 - 2,50	6,28
2,51 - 3,00	5,23
3,01 - 3,50	4,18
3,51 - 4,00	2,61
4,01 - 4,50	0,52
> 4,50	5,23

Tabelle 2: Prozentuale Häufigkeitsverteilung des Acetaldehydspiegels in gelagerten Alkoholblutproben. Aufbewahrungszeit 0 - 349 Tage

B) Aceton

Aceton kam als physiologisches Stoffwechselprodukt in allen Blutproben im Normbereich (Medianwert 0,3 mg%) vor. Eindeutige Veränderungen während der Lagerung wurden nicht beobachtet. Für geringe quantitative Unterschiede

waren im wesentlichen methodische Fehler sowie Veränderungen des Substrates, d.h. der Blutzusammensetzung und nicht Isopropanol-Aceton-Gärung verantwortlich.

γ) Fäulnisalkohole

Bei Fäulnis von Blut ist bekanntlich außer mit Neubildung von Äthanol auch mit dem Auftreten von Fusel- oder Fäulnisalkoholen, wie n-Propanol, n-Butanol, Isopropanol, iso-Butanol, sec-Butanol, iso-Amylalkohol und Methanol zu rechnen. Außer Methanol und Isopropanol konnten bei unseren Untersuchungen alle obengenannten Alkohole gaschromatographisch nachgewiesen werden. Diejenigen Fälle mit positivem Fäulnisalkoholbefund sind in Tabelle 3 zusammengefaßt.

Tabelle 3:

Zusammenfassung von 32 Blutproben mit Fäulnisstoffen bei der Nachuntersuchung

Fall	Lage- zeit	X_1 Alkohol- erstbefund	X_2 kr Zweitbefund korrr. nach Krauland	$\Delta \%$ ($X_2 - X_2$ kr)	a	b	c	d	e	f
Nr.:	(Tage)	(‰)	(‰)							
75	253	2,260	2,014	-60,000	1,93	0,07	0,01	0,05		0,06
32	457	2,556	2,212	- 4,430	1,86	0,12		0,05	0,02	0,23
92	111	2,860	2,646	- 2,872	0,84	0,12	0,13	0,01	0,01	0,26
199	91	1,798	1,662	- 0,361	0,89	0,06		0,09		0,01
159	502	1,954	1,666	0,012	4,71	0,98		9,04	0,64	0,63
59	260	2,518	2,247	0,607	2,66	0,13	0,04	0,04	0,01	0,17
47	315	1,930	1,693	1,949	1,10	0,16			0,04	0,25
36	366	2,500	2,191	2,784	2,12	0,16	Spur	0,03	0,01	0,18
179	140	3,420	3,149	3,016	7,38	1,60		0,27	0,08	0,07
28	362	2,832	2,491	3,171	1,99	0,09			0,03	0,26
22	420	1,172	0,994	4,828	2,62	0,02			0,02	0,19
175	204	2,230	2,007	4,833	4,05	0,11		1,16	0,33	0,35
174	121	3,420	3,165	5,655	11,21	1,88		0,18	0,53	0,82

Fall	Lage- zeit (Tage)	X_1 Alkohol- erstbefund (%)	X_2 kr Zweitbefund korr. nach Krauland (%)	Δ % ($X_2 - X_1$)	a	b	c	d	e	f
67	210	2,042	1,831	5,843	1,65	0,14	0,01	0,04	0,02	0,16
171	85	2,760	2,573	6,101	3,62	1,27			0,03	0,14
38	368	2,632	2,315	6,609	1,70	0,10		0,03	0,02	0,10
221	241	2,416	2,161	6,894	1,51	0,08	Spur	0,15	0,01	0,01
33	371	2,738	2,404	7,237	3,16	0,14		0,06	0,02	0,13
80	154	1,946	1,767	7,526	1,79	0,47	0,09	0,03		0,15
95	38	1,108	1,043	8,725	1,50	0,36	0,05	0,10	0,04	0,36
66	202	3,052	2,766	9,182	1,92	0,11	Spur	0,05	0,03	0,34
60	258	1,878	1,664	9,376	1,62	0,08	0,01	0,05	0,03	0,22
29	357	1,850	1,609	10,254	1,58	0,16			0,02	0,23
17	425	1,086	0,918	10,675	1,84	0,08		0,02	0,02	0,15
18	400	1,994	1,727	11,407	2,79	0,09				0,40
42	351	1,700	1,477	12,796	2,16	0,06		0,13	0,13	0,43

Fall	Nr.:	Lage- zeit (Tage)	X_1		$\Delta \%$ ($X_2 - X_2 \text{ kr}$)	a	b	c	d	e	f
			Alkohol- erstbefund (‰)	Zweitbefund korr. nach Krauland (‰)							
62	257		1,248	1,094	13,528	1,37	0,07		0,09	0,04	0,29
25	364		2,216	1,936	13,636	4,38	0,15		0,04	0,02	0,10
27	379		1,448	1,245	14,056	1,49	0,11			0,03	0,39
16	448		1,766	1,512	16,005	1,59	0,17		0,04	0,02	0,29
70	158		2,412	2,197	16,522	2,94	0,18	0,01	0,08	0,05	0,39
160	503		1,786	1,517	25,247	7,34	0,18		0,11	0,02	0,12

a = Acetaldehyd (mg%)
 b = Aceton (mg%)
 c = sec-Butanol (mg%)
 d = n-Propanol (mg%)
 e = iso-Butanol (mg%)
 f = n-Butanol (mg%)

Unabhängig davon erschien eine Überprüfung auf flüchtige Begleitstoffe in den Fällen, in denen trotz Korrektur eine Differenz zum Erstbefund von mehr als 10 % übrigblieb, von besonderem Interesse. Die Daten einschließlich gaschromatographischer Analysenergebnisse für Blutproben mit positiver Abweichung finden sich in Tabelle 4, die mit negativer Differenz in Tabelle 5.

Tabelle 4:

Übersicht der Fälle mit prozentualer Abweichung des korrigierten Zweitbefundes (Wassergehalt 81,25 %) zum Erstbefund von über 10 %

Fall Nr.:	Lage- zeit (Tage)	X ₁ Alkohol- erstbefund (%)	X ₂ Zweitbefund korrigiert (%)	-Δ % (X ₂ -X ₁)	a	b	c	d	e	f
234	140	2,088	2,298	10,074	2,09	0,22	0,01	0,08	0,01	
149	139	2,072	2,282	10,140	0,84	0,14		0,06		
142	175	2,060	2,270	10,239	1,09	0,06		0,04	0,01	
212	252	2,370	2,629	10,947	1,42	0,24	0,01	0,11	0,01	
198	70	1,408	1,568	11,372	0,79	0,16		0,07	0,02	0,02
256	114	2,382	2,669	12,051	2,74	0,19	0,01	0,14	0,02	0,02
189	81	1,690	1,890	12,379	0,76	0,13		0,05	0,02	0,02
110	293	1,546	1,752	13,387	1,18	0,08		0,04	0,05	0,01
212a	309	1,868	2,123	13,686	0,84	0,28	0,05	0,04	0,01	
257	35	1,050	1,203	14,620	0,89	0,73	0,01	0,04	0,01	0,02
150	129	2,362	2,707	14,634	1,03	0,17	0,01	0,09	0,02	
251	293	1,912	2,200	15,107	1,21	0,34	0,01	0,07	0,01	0,02
134	147	1,056	1,216	15,219	0,88	0,27		0,01		0,02

a = Acetaldehyd (mg%)
 b = Aceton (mg%)
 c = sec-Butanol (mg%)
 d = n-Propanol (mg%)
 e = iso-Butanol (mg%)
 f = n-Butanol (mg%)

N = 13 (10,8 % von 120 Fällen)

Tabelle 5:

Übersicht der Fälle mit prozentualer Abweichung des korrigierten Zweitbefundes (Wassergehalt 81,25 %) zum Erstbefund von mehr als -10 %

Fall Nr.:	Lagezeit (Tage)	X_1 Alkohol- erstbefund (%)	X_2 Zweitbefund korrigiert (%)	$-\Delta \%$ $(X_2 - X_1)$	a	b	c	d	e	f
122	245	1,612	1,441	10,597	1,84	0,02		0,04		0,01
151	141	1,340	1,194	10,867	1,65	0,11	Spur	0,03		
111	285	1,292	1,130	12,508	3,16	0,02		0,01		
139	186	0,880	0,753	14,364	0,71	0,04		0,02	0,01	
245	80	0,774	0,661	14,577	1,70	0,06	0,02	0,03	Spur	0,02
143	162	1,750	1,490	14,803	1,94	0,13	0,02	0,03		
116	311	0,856	0,726	15,166	0,72	0,03	0,02	0,03		
203	340	1,424	1,178	17,266	1,44	0,09		0,07		
114	325	1,712	1,414	17,361	1,04	0,09		0,02	0,01	

a = Acetaldehyd (mg%)
 b = Aceton (mg%)
 c = sec-Butanol (mg%)
 d = n-Propanol (mg%)
 e = iso-Butanol (mg%)
 f = n-Butanol (mg%)

N = 9 (7,5 % von 120 Fällen)

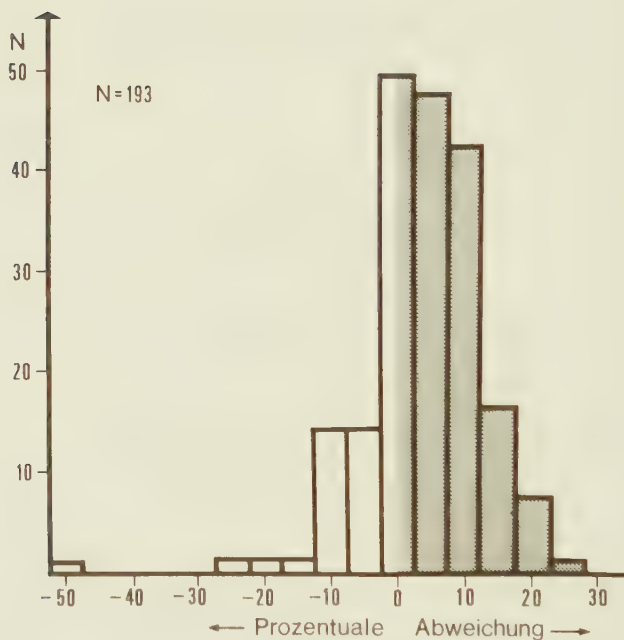


Abb. 1:

Alkoholnachweis in gelagerten Blutproben. Übersicht der festgestellten Abweichungen der Nachuntersuchungsergebnisse - korrigiert nach KRAU-
LAND, VIDIC und FREUDENBERG - vom Erstbefund.

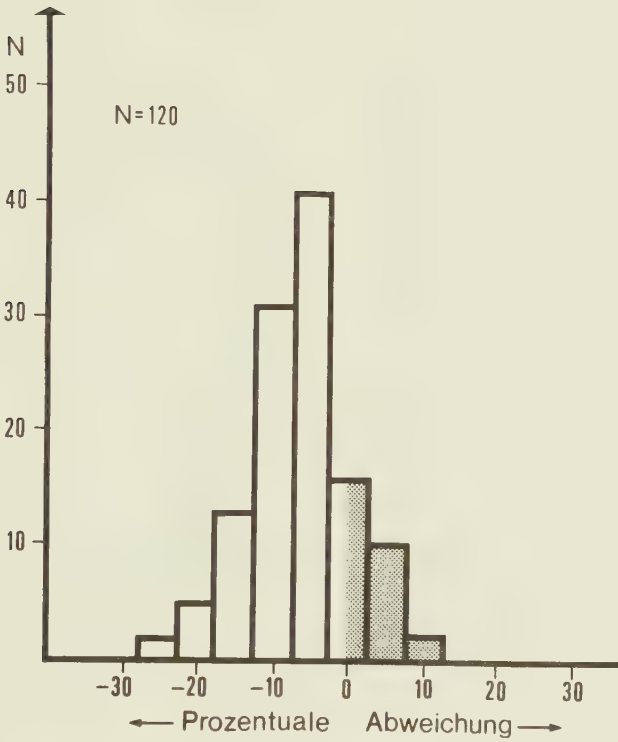


Abb. 2:

Blutalkoholzeitbefunde unter Berücksichtigung des tatsächlichen Probenwasseranteiles auf 76 % Wassergehalt korrigiert. Zusammenfassung der nach Korrektur verbleibenden Abweichungen vom Erstbefund.

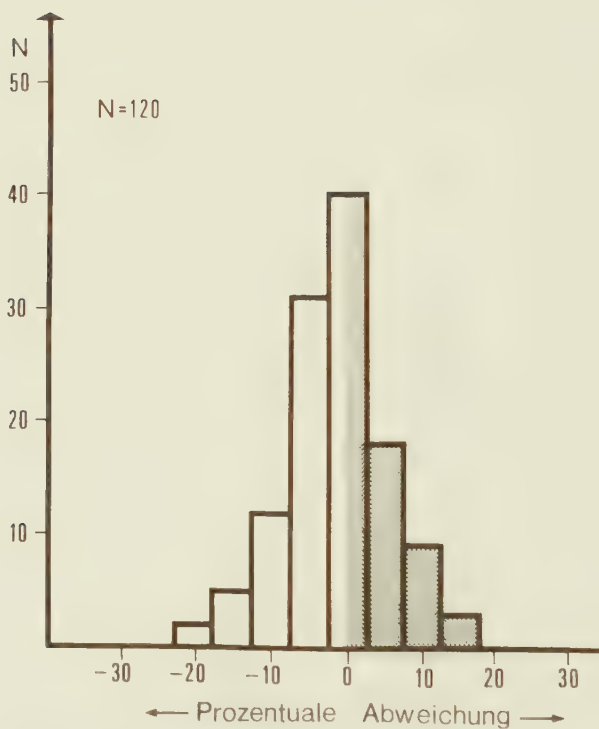


Abb. 3:

Wie Abb. 2; Korrektur auf 80 % Wassergehalt

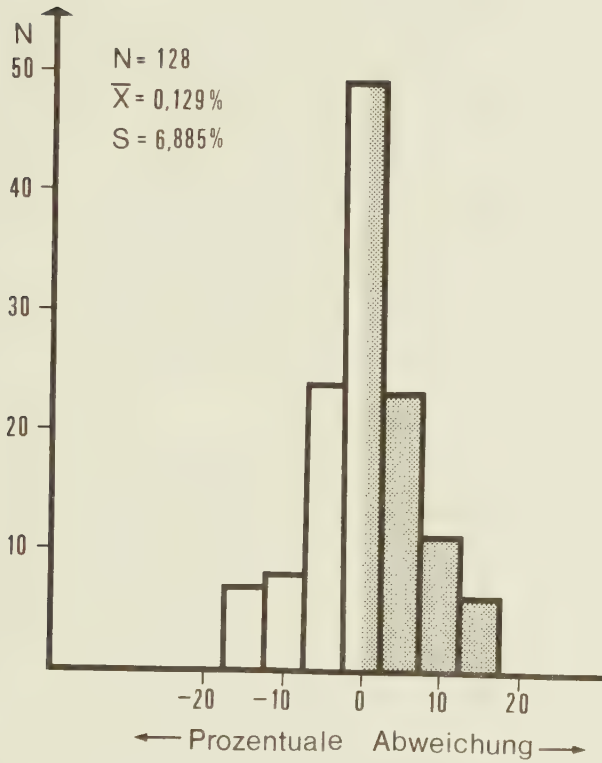


Abb. 4:

Wie Abb. 2; Korrektur auf 81,25 % Wassergehalt

IV. DISKUSSION

Zur Bestand des Blutalkoholgehaltes in gelagerten Blutproben liegt ein umfangreiches Schrifttum vor, besonders auch schon in der älteren Literatur (siehe dazu GRÜNER sowie ELBEL und SCHLEYER). Die im einzelnen mitgeteilten Schlußfolgerungen über Konstanz oder Veränderungen des Alkoholspiegels während der Probenaufbewahrung resultierten allerdings aus sehr unterschiedlichen Versuchsanordnungen (z.B. Verwendung von Leichen- oder Tierblut, Aufbewahrung ohne und mit Zusatz von Fluorid oder Oxalat, Lagerung bei Zimmertemperatur usw.), so daß sie für die forensische Praxis nicht ohne weiteres verwertbar sind. ELBEL und SCHLEYER faßten die anfänglichen Beobachtungen wie folgt zusammen: Der Blutalkoholgehalt in der Venule bleibe bei steriler Aufbewahrung in der Kälte, kurzer Lagerungszeit und guter Füllung annähernd konstant. Ein Öffnen der Probengefäße führe vor allem bei hohen Ausgangskonzentrationen bald zu einem starken Absinken des Alkoholgehaltes, während niedrige Ausgangswerte unter denselben Lagerungsbedingungen eher gering ansteigen. Faulnis bzw. nicht-sterile Konservierung und gute Füllung der Proben seien Voraussetzungen für eine vorübergehende Erhöhung der Blutalkoholkonzentration.

Im Gesamtkollektiv des eigenen Untersuchungsmaterials ergibt die Nachuntersuchung von 193 bei Kühlschranktemperatur

gelagerten Blutproben in 78 % der Fälle niedrigere, in 22 % höhere Blutalkoholwerte als bei der Erstbestimmung. In Abhängigkeit von der Lagerungszeit nahm die Zahl der Fälle mit negativer Differenz unter gleichzeitiger Vergrößerung der Streubreite der Befunde innerhalb der einzelnen Beobachtungsklassen deutlich zu, wobei die größte negative Abweichung zwischen Erst- und Zweitwert mit 60% Unterschied in die Zeitklasse 250 - 299 Tage fiel (siehe Tabelle 1). Ein vergleichbarer Zusammenhang zwischen Lagerungszeit und vermehrtem Auftreten erhöhter Nachuntersuchungsergebnisse ließ sich nicht erkennen.

Unsere Beobachtungen entsprechen insoweit im wesentlichen denen anderer Autoren. KRAULAND und Mitarbeiter (1960, 1961) zogen als Erklärung für das Absinken der Blutalkoholkonzentration folgende vier Möglichkeiten in Betracht:

1. Bakterielle Einflüsse,
2. Oxydation des Alkohols durch den in den Probengefäßen eingeschlossenen Luftsauerstoff,
3. Verdampfungsverluste beim Öffnen der Proben und während des Ansatzes,
4. Scheinbare Verluste infolge Nichtberücksichtigung der Hämolyse des Untersuchungsmaterials.

Bakterielle Einwirkungen waren als Ursache für die Abnahme des Blutalkoholgehaltes nach ihrer Überzeugung im Gegen-

satz zur Aussage verschiedener anderer Untersucher ebenso wie die geringe Sauerstoffmenge in den Probengefäßen bzw. die kurze Zeit zwischen Öffnen der Venüle und Blutentnahme ohne Bedeutung. Zur Überprüfung der letztgenannten Möglichkeit bestimmten sie das spezifische Gewicht des hämolytischen Probenmaterials und fanden dabei eine zeitabhängige, exponentielle Gewichtszunahme. Unter Anwendung der daraus abgeleiteten Funktion empfahlen sie, die Größe des Alkoholschwundes in Abhängigkeit von Aufbewahrungszeit und ursprünglichem Alkoholgehalt zu berechnen. Die Autoren legten ihrer Formel Mittelwerte aus den gebildeten Zeitklassen zugrunde und gingen davon aus, daß der Hämolysegrad in gelagerten Blutproben nach bestimmter Lagerungszeit annähernd gleich sei. Die Umrechnung der eigenen Untersuchungsergebnisse mit Hilfe der KRAULAND'schen Formel ($X = 0,01402 P^{0,8} T^{0,4}$) führte zu einer deutlichen Überkorrektur der Werte und erbrachte innerhalb der Häufigkeitsverteilung keine Verminderung der Variationsbreite (Abb. 1), auch nicht unter Vernachlässigung der Fälle, bei denen sich im Verlaufe der Lagerung eine Zunahme des Alkoholgehaltes ergeben hatte.

Man kann daraus schließen, daß die Auswirkung der Hämolyse auf das Analysenergebnis nicht einer einfachen, normalverteilten Gesetzmäßigkeit unterliegt, sondern variable Einflüsse zu berücksichtigen sind, die nur durch

spezielle Zusatzuntersuchungen erfaßt werden können.

Nach BRETTEL (1972) gelangt man zu besseren Resultaten, wenn der chemisch nachgewiesene Alkoholwert stets unter Berücksichtigung des aktuellen Wassergehaltes der Blutprobe auf normale Vollblutkonzentration umgerechnet wird. KLUG, KRAULAND und VIDIC (1973) bestätigten den erheblichen Vorteil dieser Methode, empfahlen jedoch im Gegensatz zu GRÜNER, BRETTEL u.a., den Wassergehalt des Vollblutes unter Hinweis auf den konventionellen Serum- Vollblutumrechnungsfaktor von 1,2 nicht mit 80 %, sondern mit 76 % anzusetzen.

Zur Überprüfung der Frage, mit welchem Wassergehalt man bei der Umrechnung des Alkoholzweitbefundes dem Erstuntersuchungsergebnis am nächsten kommt, ermittelten wir den Wasseranteil von 120 gelagerten Blutproben und stellten sowohl die auf 76 %, als auch die auf 80 % Wassergehalt bezogenen Alkoholbefunde den Erstwerten gegenüber. Aus Abb. 2 und 3 ist ersichtlich, daß in beiden Fällen die Zweitergebnisse überwiegend zu gering ausfielen; bei einem angenommenen "Normalwassergehalt" von 76 Gew.% waren 102, d.h. 85 %, bei einem "Normalwassergehalt" von 80 Gew.% immerhin noch 75, d.h. 62,5 % unterkorrigiert.

Die beste Übereinstimmung zwischen Erst- und Zweitbefund ergab sich unter Berücksichtigung eines Wassergehaltes

von 81,25 Gew.% (siehe Abb. 4). Dieser Faktor hatte sich auch bei vergleichenden Untersuchungen über die Alkoholverteilung im Leichenblut (AUDRLICKÝ) und in der Augenglaskörperflüssigkeit (LAUTENBACH und GOERLICH) als optimale Größe erwiesen. Abweichende Angaben anderer Autoren über den durchschnittlichen Vollblutwassergehalt sind sehr wahrscheinlich auf methodisch bedingte Unterschiede bei der Feststellung des Wasseranteiles zurückzuführen.

Die mit 81,25 % korrigierten Alkoholwerte waren im Vergleich zum Erstbefund normalverteilt. Das arithmetische Mittel lag 0,129 % über dem Mittelwert des Alkoholuntersuchungsergebnisses vor Lagerung der Blutproben und die Standardabweichung betrug $\pm 6,9$ % (Abb. 4). Die Streubreite der heutigen Verfahren zum Blutalkoholnachweis ist wesentlich geringer. Die größere Ungenauigkeit bei der Nachuntersuchung kann deshalb nicht allein auf Verfahrensfehlern beruhen. Sicher spielt dabei, wie schon BRETTEL betonte, eine während der Lagerung auftretende Inhomogenität des Untersuchungssubstrates eine Rolle, die sich durch geeignete Probenvorbereitung beheben läßt. Trotzdem blieben im eigenen Material Fälle mit beträchtlichen Differenzen zum Erstbefund übrig, die eine Suche nach weiteren Fehlerquellen erforderlich machte.

In diesem Zusammenhang gewinnen Beobachtungen über Verän-

derungen des Blutalkoholspiegels durch mikrobielle Einflüsse an Bedeutung. REDETZKI, JOHANNSMEYER und DOTZAUER (1952) hatten für abweichende Befunde ihrer Nachbestimmungen Alkoholabbau oder Alkoholneubildung durch Saprophyten verantwortlich gemacht und die Einzelergebnisse als Resultanten beider Vorgänge erklärt. GEHM und SCHMID (1962) konnten experimentell in mit Myceten beimpften alkoholhaltigen Serumproben nach Aufbewahrung bei Kühlschranktemperatur im Verlauf von 11 Wochen einen zwischen 0,96 ‰ und 2,56 ‰ liegenden Abfall der Ausgangspromillewerte nachweisen. SCHWERT (1972) untersuchte 150, zum Teil beimpfte, 15 Monate bei Kühlschranktemperatur gelagerte Blutproben und fand trotz Berücksichtigung der Wasserverschiebung durchwegs niedrigere Alkoholwerte als bei der Erstbestimmung. Für diesen Alkoholverlust machte er einerseits aufgrund bakteriologischer Untersuchungsergebnisse eine zumindest temporäre, mikrobielle Einwirkung auf das Probenmaterial verantwortlich. Andererseits wies er darauf hin, daß Alkoholabbau durch im Blut vorhandene Eigenfermente nicht außer acht gelassen werden dürfe.

Aus den Versuchen zum Alkoholnachweis im Leichenblut und vor allem aus experimentellen Fäulnisstudien ist bekannt, daß sich mikrobielle, fäulnisbedingte Bildung von Äthylalkohol in Blut und anderen Körperflüssigkeiten stets durch charakteristische, leichtflüchtige Begleitsubstan-

zen, insbesondere auch durch andere niedermolekulare Alkohole kenntlich macht (Literatur siehe bei WEINIG, SCHWERD und LAUTENBACH, GRÜNER und LAUTENBACH). Über qualitative und quantitative Zusammenhänge zwischen Alkoholneubildung und dem Auftreten weiterer Fäulnisstoffe berichteten u.a. SCHLUNEGGER und LAUTENBACH. Entsprechende verlässliche Kriterien zur Feststellung des bakteriell bedingten Alkoholschwundes ließen sich bislang nicht eruieren. Zur Klärung der Frage, inwieweit während der Lagerung bei Kühl-schranktemperatur flüchtige Stoffe in Blutproben entstehen und ob sich daraus Hinweise auf größere Abweichungen des Alkoholnach Untersuchungsergebnisses ergeben, führten wir bei sämtlichen Proben unseres Untersuchungskollektives gaschromatographische Analysen nach dem "head-space"-Verfahren durch. Da Fäulnissubstanzen bekanntlich meist nur in Spuren auftreten, wurden diese Untersuchungen ohne Standardzusatz bei höchster Detektionsempfindlichkeit vorgenommen.

In allen Blutproben fand sich neben Äthylalkohol auch Acetaldehyd in einer Menge von 0,4 mg% bis 11,2 mg%. Die statistische Auswertung der Befunde erbrachte keine Zusammenhänge zwischen der Höhe des Acetaldehydspiegels und der Blutalkoholkonzentration oder der Lagerungszeit oder der Differenz zwischen Erst- und Zweitalkoholbefund. Ursächlich für den unterschiedlichen Gehalt von Acetalde-

hyd im Probenmaterial sind sehr wahrscheinlich mehrere, sich überlagernde Vorgänge, nämlich einerseits Bildung aus dem vorhandenen Äthylalkohol und weitere Umwandlung des Acetaldehyds durch Eigenfermente des Blutes (MACHATA und PROKOP, LÜBEN, POST und GRÜNER, LAUTENBACH), sowie andererseits Bildung und Schwund im Rahmen mikrobieller Stoffwechselvorgänge.

In 32 von 260 Blutproben (12,3 %) konnten außerdem weitere flüchtige Verbindungen festgestellt werden. Über Art und Konzentration orientiert Tabelle 3. Eine eindeutige Zuordnung zwischen der Differenz der Alkoholbefunde und den nur in Spuren vorkommenden Begleitstoffen war zunächst nicht zu erkennen. Deshalb wurden alle Fälle, bei denen die Zweitergebnisse trotz Korrektur der Alkoholwerte unter Einbeziehung des Wassergehaltes mehr als ± 10 % vom Erstbefund abwichen, gesondert betrachtet (Tabelle 4 und 5). Bei negativer Differenz — maximal 60,0 %, unkorrigiert, Fall 75 in Tabelle 3 und 17,36 %, korrigiert, Fall 114 in Tabelle 5 — traten keine auffälligen organischen Begleitstoffe in Erscheinung. Diejenigen Fälle mit positiver Differenz (10,8 % von 120 Proben) wiesen dagegen erwartungsgemäß vermehrt Fäulnissubstanzen auf (Tabelle 4). Die Menge an Fäulnisalkoholen war dabei allerdings gering, so daß in keinem Falle eine Äthanolbildung von über 0,2%o in Frage kam. Sichere Anzeichen für eine

Aceton- Isopropanolgärung ließen sich in unserem Untersuchungsgut nicht feststellen.

Über mögliche Einflüsse des Füllungsgrades der Probengefäße auf das Resultat der Alkoholnachbestimmung führten wir keine eigenen Untersuchungen durch. Unsere Proben, die sich in 8 ml-Venülen befanden, waren zur Zeit der Wiederholungsanalysen durchschnittlich noch zur Hälfte mit mehr oder weniger hämolytischem Blut gefüllt. BENNER, KRAULAND und Mitarbeiter, MITTMEYER, IFFLAND und BRETTEL beobachteten im Falle geringer Blutentnahmemengen ein Überwiegen von besonders niedrigen Nachuntersuchungsergebnissen. Nach SCHMIDT und HECK läßt sich dieses Absinken des Blutalkoholgehaltes nicht durch Übertritt von Alkohol aus der flüssigen in die gasförmige Phase des Venüलगläschens erklären. MITTMEYER hält es für möglich, daß der übermäßige Alkoholschwund Folge einer Alkoholanreicherung in der korpuskulären Phase, z.B. durch Anlagerung an hochmolekulare Proteine ist. Eine einleuchtendere Erklärung für dieses Phänomen lieferte BRETTEL. Anhand einer Bilanzrechnung konnte er zeigen, daß durch die Serumentnahme bei der Erstbestimmung der Gesamtwassergehalt bzw. die Blutalkoholkonzentration so erniedrigt wird, daß sich das Alkoholverteilungsverhältnis aus dem Nachweis des Wassergehaltes am homogenisierten Untersuchungsmaterial der gelagerten Blutprobe nicht mehr korrekt ermitteln läßt, es sei denn, daß

gleichermaßen die zur Alkoholfeststellung eingesandte Blutprobe wie das für die Nachuntersuchung zur Verfügung stehende Material mengenmäßig mit in die Berechnung einbezogen werden.

Schließlich ist im Einzelfall bei ungewöhnlich großem Alkoholdefizit auch eine Verflüchtigung des Blutalkohols durch ungenügenden Verschuß des Probengläschens zu diskutieren. Mit dieser Möglichkeit ist nach unseren Beobachtungen vor allem dann zu rechnen, wenn die Venülen nach der Erstbestimmung nicht mit Gummi- oder Kunststoffstopfen, sondern mit Korkstopfen verschlossen werden. Ausnahmsweise kann sich auch eine Undichtigkeit beim Verschuß mit Originalstopfen ergeben, wenn das Kanülenansatzröhrchen in der Durchführung infolge Blutkrustenansatzes teilweise geöffnet bleibt. Dagegen ist ein nennenswerter Verdampfungsverlust beim Öffnen der Proben höchstens dann zu erwarten, wenn das Gefäß längere Zeit unverschlossen aufbewahrt wird. Eine meßbare Absorption von Alkohol am Gummistopfen halten wir ebenso wie KARGER und SACHS für unwahrscheinlich.

V. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wird über Ergebnisse bei der Alkoholnachuntersuchung von 260 Blutproben, die bei Kühl-schranktemperatur 35 - 503 Tage aufbewahrt worden waren, berichtet. Die Zweitbestimmung der Blutalkoholkonzentration (nach Widmark- und ADH-Methode) fiel in 78 % der Fälle niedriger, in 22 % höher aus als der Alkoholbefund vor der Lagerung. Die Veränderungen der Alkoholwerte standen in Abhängigkeit zur Aufbewahrungszeit, folgten jedoch nicht einer Normalverteilung.

Versuche, den Zweitbefund nach der Formel von KRAULAND, VIDIC und FREUDENBERG auf das Ergebnis der Erstuntersuchung zurückzuführen, lieferten überwiegend zu hohe Werte. Bessere Resultate erbrachten Korrekturen unter Berücksichtigung des Wassergehaltes des zur Alkoholfeststellung benutzten Probenmaterials. Bei der angewandten Methodik der Wassergehaltsbestimmung nach dem Trockengewichtsverfahren resultierte dann ein normalverteiltes Kollektiv mit einer mittleren Differenz von + 0,129 % und einer Streuung von $\pm 6,9$ % zum Erstbefund, wenn die Umrechnung auf einen Blutwassergehalt von 81,25 Gew.% vorgenommen wurde.

Sämtliche Blutproben wurden zusätzlich gaschromatographisch nach dem "head-space"-Verfahren auf flüchtige organische Begleitstoffe untersucht. Stets fanden sich

außer Äthanol noch Acetaldehyd, Aceton und Spuren von n-Propanol. Der Acetaldehydgehalt lag zwischen 0,4 - 11,2 mg%; Zusammenhänge zwischen der nachgewiesenen Menge, der Höhe des Blutalkoholgehaltes, der Lagerungszeit oder der Abweichung der Alkoholwerte vom Erstbefund, ergaben sich nicht. Die Acetonkonzentration bewegte sich im Bereich der Norm ohne eindeutige lagerungsbedingte Veränderung. n-Propanol und andere Fäulnisalkohole kamen in den Fällen, die trotz Korrektur des Blutalkoholbefundes mehr als + 10 % vom Erstergebnis abwichen, vermehrt vor, allerdings nur in einer Konzentration, die auf eine maximale Fäulnisäthanolbildung von 0,2 % schließen ließ. Eine Erklärung für einen abnormen Alkoholschwund erbrachte die Auswertung der gaschromatographischen Analysenergebnisse nicht.

Für die Beurteilung von Befunden bei Blutalkoholnachsuntersuchung ist somit folgendes zu beachten:

1. Je länger eine Blutprobe lagert, desto stärker führen Hämolyse und Inhomogenität zur Veränderung des Ansatzsubstrates und damit zwangsläufig zur Änderung des Analysenergebnisses. Dieser scheinbare Fehler läßt sich durch geeignete Probenvorbereitung und vor allem durch Wassergehaltsbestimmung meist ausgleichen.
2. Keimbesiedlung des Blutes z.B. bei der Erstuntersuchung kann sowohl zu mikrobiell bedingtem Alkohol-

schwund als auch zu Fäulnisalkoholbildung während der Lagerung führen. Letzteres macht spezielle gaschromatographische Untersuchungen zum Nachweis charakteristischer Fäulnissubstanzen erforderlich. Vergleichbare Kriterien für die Verbrennung von Alkohol durch Bakterien, Hefen usw. sind bislang noch nicht festgestellt worden. In diesen Fällen können bakteriologische Untersuchungen hilfreich sein.

3. Bei ungewöhnlicher Verminderung des Blutalkoholspiegels kommen außerdem in Betracht:
 - a) Alkoholabbau durch Eigenfermente des Blutes, der jedoch bei ordnungsgemäßer, kühler Aufbewahrung der Proben nur von untergeordneter Bedeutung sein dürfte.
 - b) Besonders große Abnahme des Äthanolgehaltes durch vorausgehende Untersuchungen wegen geringer Blutentnahmemenge oder mehrfacher Serumentnahme, so daß die jeweilige Blutmenge bei der Korrektur mittels Wassergehaltsbestimmung mit zu berücksichtigen ist.
 - c) Verdunsten von Alkohol bei ungenügendem oder ungeeignetem Probenverschluß.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. AUDRLICKÝ, J.:
Die Abhängigkeit des Alkoholspiegels im Leichenblut
vom verschiedenen Wassergehalt im untersuchten Mate-
rial.
Blutalkohol 3, 169 (1965)
2. BONNICHSEN, R.K., und H. THEORELL:
An encymatic method for the microdetermination of
ethanol.
Scand. J. clin. Lab. Invest. 3, 58 (1951)
3. BRETTEL, H.-F.:
Blutalkohol und Blutwassergehalt.
Schmidt-Römhild-Verlag, Lübeck (1972)
4. BÜCHER, T., und H. REDETZKI:
Eine spezifische photometrische Bestimmung von
Äthylalkohol auf fermentativem Wege.
Klin. Wschr. 29, 615 (1951)
5. ELBEL, H., und F. SCHLEYER:
Blutalkohol.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1956)
6. GEHM, E., und W. SCHMID:
Beitrag zur Klärung des Blutalkoholschwundes bei
länger gelagerten Seren.
Dtsch. Z. gerichtl. Med. 52, 424 (1962)
7. GRÜNER, O.:
Der gerichtsmedizinische Alkoholnachweis.
Carl Heymanns Verlag KG., Köln (1967)

8. IFFLAND, R.:
Zum Problem der Nachuntersuchung länger gelagerter Blutproben.
Blutalkohol 3, 189 (1974)
9. KARGER, J. v., und V. SACHS:
Über die Ursachen des Konzentrationsabfalles in ordnungsgemäß verschlossenen und aufbewahrten alkoholhaltigen Blutproben.
Dtsch. Z. gerichtl. Med. 47, 614 (1958)
10. KLUG, E., und E. VIDIC:
Über die Genauigkeit der gaschromatographischen Blutalkoholbestimmung.
Blutalkohol 7, 52 (1970)
11. KLUG, E., W. KRAULAND, und E. VIDIC:
Über den Beweiswert einer zweiten Blutalkoholbestimmung in länger gelagerten Blutproben.
Blutalkohol 7, 119 (1970)
12. KLUG, E., W. KRAULAND, und E. VIDIC:
Zum Beweiswert einer zweiten Blutalkoholuntersuchung in länger gelagerten Blutproben.
Blutalkohol 10, 24 (1973)
13. KRAULAND, W., E. VIDIC, K. FREUDENBERG, B. SCHMIDT, und V. LENK:
Über den Beweiswert einer zweiten Blutalkoholbestimmung an länger gelagerten Blutproben.
Dtsch. Z. gerichtl. Med. 50, 34 (1960)
14. KRAULAND, W., E. VIDIC, und K. FREUDENBERG:
Über den Beweiswert einer zweiten Blutalkoholbestimmung an länger gelagerten Blutproben.
Dtsch. Z. gerichtl. Med. 52, 76 (1961)

15. LAUTENBACH, L.:
Alkoholbestimmung im Leichenblut.
Im Handwörterbuch der Rechtsmedizin von Gg. Eisen
Bd. I, 40
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart (1973)
16. LAUTENBACH, L.:
Enzymeinflüsse auf die Bildung von Acetaldehyd
in alkoholhaltigen Blutproben.
Vortrag auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin in Göttingen 1974.
17. LAUTENBACH, L., und C. GOERLICH:
Zum postmortalen Alkoholnachweis in der
Augenglaskörperflüssigkeit.
Dissertation im Druck.
18. LÜBEN, V., D. POST, und O. GRÜNER:
Gaschromatographische Untersuchungen zum Vorkommen
des Acetaldehyds in Blutproben.
Blutalkohol 7, 465 (1972)
19. LUNDT, P. v., und E. JAHN:
Alkohol bei Verkehrsstraftaten.
Kirschbaum-Verlag, Bad Godesberg (1966)
20. MACHATA, G.:
Zur Methodik der ADH-Bestimmung.
Dtsch. Z. gerichtl. Med. 48, 26 (1958)
21. MACHATA, G.:
Über die gaschromatographische Blutalkohol-
bestimmung.
Blutalkohol 5, 252 (1967)

22. MACHATA, G.:
Über die gaschromatographische Blutalkohol-
bestimmung. II. Mitteilung.
Blutalkohol 7, 345 (1970)
23. MACHATA, G., und L. PROKOP:
Alkoholabbau und Acetaldehyd.
Blutalkohol 4, 281 (1971)
24. MITTMEYER, H.-J.:
In vitro-Untersuchungen über die Veränderung
des Alkoholgehaltes länger gelagerter Rinder-
blutproben.
Blutalkohol 9, 98 (1972)
25. MUELLER, B.:
Lehrbuch der gerichtlichen Medizin.
2. Auflage.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New-York (1975)
26. OSTERHAUS, E., und K. JOHANNSMIEIER:
Gaschromatographische Bestimmung von Alkoholen,
Äther und Aceton im Blut und Urin.
Blutalkohol 2, 65 (1963)
27. PONSOLD, A.:
Lehrbuch der gerichtlichen Medizin.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1967)
28. REDETZKI, H., K. JOHANNSMIEIER, und G. DOTZAUER:
Fäulnis und Äthylalkohol.
Dtsch. Z. gerichtl. Med. 41, 424 (1952)

29. SACHS, V.:
Zur Frage der Verdunstung von Alkohol in
ordnungsgemäß verschlossenen Blutproben.
Dtsch. Z. gerichtl. Med. 48, 400 (1959)
30. SCHLUNEGGER, U.P.:
Zur Qualitätskontrolle von Blutalkoholproben.
Blutalkohol 5, 335 (1968)
31. SCHMIDT, G., und K. HECK:
Über den Einfluß unvollständiger Füllung von
15 ml Venülen auf die Blutalkoholkonzentration.
Arch. Krim. 143, 38 (1969)
32. SCHWERD, W.:
Alkoholbefunde bei Nachuntersuchungen.
Beitr. gerichtl. Med. 31, 238 (1973)
33. SCHWERD, W., und C.L. GARHAMMER:
Über den Nachweis von niederen primären
Alkoholen der alipathischen Reihe und
deren Bildung in faulendem Blut.
Dtsch. Z. gerichtl. Med. 43, 221 (1954)
34. SCHWERD, W., T. DIMMLING, und J. KREBS:
Der Einfluß bakterieller Verunreinigungen auf
den Alkoholgehalt länger gelagerter Blutproben.
Blutalkohol 4, 260 (1967)
35. SCHWERD, W., T. DIMMLING, und G. KRANEBURG:
Über die Präsenzdauer verschiedener Arten vermehrungsfähiger Mikroorganismen in menschlichen alkoholartigen Vollblutproben und ihr Einfluß auf die Alkoholkonzentration.
Blutalkohol 9, 315 (1972)

36. STEIGLEDER, E.:
Die Bewertung von Alkoholuntersuchungen in
länger gelagerten Blutproben.
Blutalkohol 1, 107 (1961)
37. TIESS, D.:
Über Alkoholuntersuchungen an gelagerten
Blutproben.
Z. ärztl. Fortbild. (Jena) 14, 846 (1964)
38. WEINIG, E., W. SCHWERD, und L. LAUTENBACH:
Die Neubildung von Äthanol und anderen Alkoholen
im Leichenblut und ihre forensische Bedeutung.
Beitr. gerichtl. Med. 21, 114 (1951)
39. WEINIG, E., und L. LAUTENBACH:
Die Beurteilung von Alkoholbefunden
in Leichenblutproben.
Blutalkohol 1, 222 (1962)
40. WEYRICH, G.:
Ein vereinfachtes Wägeverfahren für die quantita-
tive Alkoholbestimmung im Blut nach Widmark.
Dtsch. Z. gerichtl. Med. 28, 354 (1937)
41. WIDMARK, E.M.P.:
Die theoretischen Grundlagen und die prak-
tische Verwendbarkeit der gerichtlich-
medizinischen Alkoholbestimmung.
Verlag Urban und Schwarzenberg, Berlin-Wien (1932)

Herrn Professor Dr. H.-B. Wuermeling danke ich für die Arbeitsmöglichkeit in seinem Institut und für die Übernahme des Korreferates.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. L. Lautenbach für die Überlassung des Themas, die zahlreichen guten Ratschläge, sein freundliches Entgegenkommen und die große Hilfsbereitschaft.

Frau Abel, Frau Seuß, Frau Bomhardt und Frau Bocklage danke ich für die praktische Mithilfe. Bei Herrn Opitz bedanke ich mich für die Hilfe bei der Anfertigung der graphischen Darstellungen.

Lebenslauf

Am 9. November 1945 wurde ich als Sohn des Schreiners Franz Petz und seiner Ehefrau Luise, geb. Erhardt, in Geislingen/Steige geboren. Dort verbrachte ich meine Kindheit, besuchte die Volksschule und das Gymnasium, an dem ich 1966 das Reifezeugnis erhielt.

Im gleichen Jahr wurde ich zur Bundeswehr eingezogen. Nach 13 Monaten Wehrdienst begann ich im Mai 1967 das Studium der Zahnmedizin und bestand im Herbst 1969 die zahnärztliche Vorprüfung. Nach 5 weiteren Semestern legte ich im Mai 1972 mein Staatsexamen ab und erhielt die zahnärztliche Approbation.

Von November 1972 bis Juni 1973 arbeitete ich als Assistent in einer Zahnarztpraxis in Nürnberg. Seit Juli 1973 bin ich als Verwalter der Dienstgeschäfte eines wissenschaftlichen Assistenten an der Erlanger Kieferklinik tätig.

Buchdruck – Offsetdruck

Karl Döres, 852 Erlangen, Jägerstr. 3 · Tel. 2 15 21

